



**POPULAÇÕES DE AVES E DE SUÍNOS
DESTINADAS AO CONTROLE
GENÉTICO**



EMBRAPA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro Nacional de pesquisa de Suínos e Aves- CNPSA

**EMBRAPA****EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA****Vinculada ao Ministério da Agricultura****CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SUÍNOS E AVES — CNPSA**

POPULAÇÕES DE AVES E DE SUÍNOS DESTINADAS AO CONTROLE GENÉTICO

Walter Saralegui Larrambebere - Eng^o. Agr^o, Ph D

Concórdia - SC

1983

EMBRAPA/CNPSA

BR 153 – Km 110 – Trecho SC – Vila Tamanduá

Caixa Postal D-3 – Fone: (0499) 44-0122

Telex: (0492) 271 – EBPA BR

CEP 89.700 – CONCÓRDIA – SC

Larrambebere, Walter Saralegui

**Populações de aves e de suínos destinadas
ao controle genético. Concórdia, SC., EMBRAPA/
CNPSA, 1983.**

26p. (EMBRAPA/CNPSA. Documentos, 5)

CDD 636.50821

C. EMBRAPA/1983.

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	05
1.1. Tipos de controles genéticos	06
1.2. Populações controles provenientes de linhas com seleção suspensa	07
2. POPULAÇÕES CONTROLE DE AVES	09
2.1. Resultado de controles em outros experimentos	09
2.2. Linhagens Thornbers de controle	10
2.2.1. Performance do Controle (M x D) do Cockle Park	11
2.2.2. Registro parcial	12
2.2.3. Registro residual	13
2.2.4. Registro total	13
2.2.5. Intensidade de postura no registro parcial	13
2.2.6. Idade de maturação sexual	16
2.2.7. Mortalidade durante o período de postura	16
2.2.8. Evolução do peso corporal	16
2.2.9. Tamanho dos ovos às 32 e 25 semanas	17
2.2.10. Evolução da forma do ovo	17
2.2.11. Evolução da cor do ovo	17
2.2.12. Discussão e conclusões sobre o controle de aves de Cockle Park	18
2.3. Evidência proveniente de outros controles	19
2.3.1. Exemplos de populações controle que têm permanecido constantes	19
2.3.2. Exemplos de populações que têm mostrado tendências fenotípicas	20
3. POPULAÇÕES CONTROLE DE SUÍNOS	21
3.1. Populações suínas utilizadas como controle nos U. S. A.	21
3.2. Populações suínas utilizadas como controle no U. K.	22
4. CONCLUSÕES SOBRE CONTROLE DE SUÍNOS	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

POPULAÇÕES DE AVES E DE SUÍNOS DESTINADAS AO CONTROLE GENÉTICO

Walter Saralegui Larrambebere**

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As observações e o registro de dados, normalmente, são efetuados sobre o fenótipo do indivíduo, por exemplo: peso corporal e número de ovos postos durante um determinado período. Este fenótipo pode ser influenciado pelo genótipo particular do indivíduo e também pelo meio ambiente no qual foi concebido, criado e no qual deve produzir.

O objetivo de um programa de seleção é, usualmente, a mudança do valor médio do genótipo de uma ou mais características, em sucessivas gerações. Durante o transcurso do tempo, é possível que a influência ambiental média, atuando sobre essas características, possa também incrementar ou diminuir a média fenotípica, independentemente da mudança genética. Assim, é possível afirmar que, se a eficiência ou êxito de um programa de seleção têm que ser avaliados, é necessário utilizar algum método para separar as mudanças genéticas das ambientais.

O controle estrito do meio-ambiente de cada geração parece um método óbvio para resolver este problema. Se a tendência ambiental pode assim ser considerada zero, então, qualquer mudança observada deve ser genética. Infelizmente, parece muito pouco provável impor um tal grau de controle das variedades ambientais sobre as populações de animais, que seja suficiente para garantir zero mudança, mesmo no caso de espécies aptas para trabalhos de laboratório.

Em trabalhos experimentais com aves, Gowe & Wakely (1954) constataram que a standardização dos mais importantes elementos ambientais não logrou eliminar as flutuações do meio-ambiente entre granjas e entre anos. Desde que tais tendências não podem presumir-se ausentes, uma alternativa apropriada é tratar de assegurar a estabilidade genética de uma subseção da população, com uma mudança genética nula. Então, qualquer mudança fenotípica nesta subseção deve ser meio-ambiental de origem. Se estas mesmas variações, causadas pelo meio-ambiente, podem pressupor-se igualmente aplicados ao grupo de aves selecionadas da população, então, a tendência

* O trabalho com aves foi realizado na Universidade de Newcastle upon Tyne, Inglaterra, com a colaboração do Conselho Britânico, a Universidade da República e Ministério da Agricultura do Uruguai e publicado no Uruguai em 1972.

** Eng^o Agrônomo, Ph. D — Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA), EMBRAPA, Caixa Postal D-3, 89.700 - Concórdia - SC.

fenotípica observada nestas pode ser corrigida e obter-se a estimação da mudança genética subjacente. A sub-seção referida aqui, com estabilidade genética, constitui uma população de controle genético.

O fato de determinada mudança meio-ambiental não produzir resposta fenotípica similar em dois genótipos é devido à existência de uma interação entre genótipo e meio-ambiente. Sem dúvida, se tais interações são freqüentes e significativas por sua magnitude, este método de estimação indireta das mudanças genéticas não é adequado. A evidência sobre sua importância aportada até agora não é conclusiva. Gowe & Wakley (1954), Merrit & Gowe (1956) e Lowry et al. (1956) reportaram que estas interações foram relativamente sem importância. Hull & Gowe (1962) chegaram à conclusão de que circunstâncias favoráveis à ocorrência de uma interação genótipo meio-ambiente importante geralmente serão encontradas se a diferença genética entre as populações é grande, comparada com a variação fenotípica total dentro de cada meio-ambiente.

1.1 Tipos de controles genéticos

Vários métodos têm sido propostos e utilizados para a manutenção da estabilidade genética num grupo de animais. Uma possibilidade consiste em eliminar a variação genética dentro de uma população, de forma a que perca a capacidade de variar geneticamente (excluindo mutações). Linhas criadas em consanguinidade ou cruzas entre as mesmas são exemplos. A principal objeção para sua utilização como controle é a de que as mesmas poderiam dar estimações da variação ambiental para somente um genótipo e, provavelmente, seriam mais afetadas por interações.

Um método similar consiste em manter material genético constante, conservando indivíduos vivos e observando o comportamento de sua progênie por mais de uma geração, correspondendo a duas ou mais gerações do grupo selecionado. Godwin et al. (1960) desenvolveram um sofisticado procedimento baseado neste princípio, o qual, ademais, permite avaliar os efeitos da idade maternal sobre a performance da descendência. Esta técnica tem sido utilizada em alguns projetos comerciais e parece ser muito complicada para ser aplicada comumente (Dikerson, 1963).

Uma alternativa aproximada consiste em aceitar certa variabilidade genética dentro da população controle, em se tratando de manter as mesmas freqüências genéticas e fenotípicas em cada geração sucessiva. Agora se conhece que estas freqüências permaneceram numa população relativamente grande e reproduzida ao acaso, se as forças normais de seleção, mutação e imigração podem excluir-se. É normalmente aceito que a mutação não é provável que seja uma causa importante de mudança dentro da escala de tempo da maioria dos experimentos. A imigração pode excluir-se e a seleção artificial, prevenida por meio de um processo de seleção de progenitores, ao acaso. A seleção natural é a menos fácil de excluir, particularmente onde a

população controle tem sido derivada de outra recentemente submetida a uma forte pressão de seleção.

1.2 Populações controles provenientes de linhas com seleção suspensa

Os aspectos teóricos deste problema foram considerados por Robertson (1956), que introduziu o conceito de força homeostática, a qual corresponde ao grau com que a média do grupo selecionado retorna para a posição de equilíbrio original. A tendência a retornar para a posição de equilíbrio original poderia ser causada pela diminuição da combinação hepiestática de genes, mantida previamente mediante seleção artificial ou por forças da seleção natural trabalhando sem oposição, para aumentar a capacidade de adaptação da população ao meio-ambiente.

Exemplos de rápidos retornos têm sido dados por Lerner (1958), referindo a longitude do tarso em aves, e por Mather & Harrison (1949), em relação ao número de setas abdominais em *Drosophila*.

Por outro lado, Clayton et al. (1957) e Robertson (1956) encontraram uma baixa tendência em retornar a sua média original, de número médio de setas externas pleurais, com posterioridade ao relaxamento da seleção. Robertson (1955), referindo-se ao alto peso corporal em linhas de *Drosophila*, e Robertson & Reeve (1952), estudando linhas selecionadas pela longitude das asas, notaram moderados, se bem que variáveis, retornos, quando a seleção foi suspensa.

Evidentemente, a conduta de uma linha ou população dependerá da situação genética existente no momento da suspensão da seleção. Isto foi ilustrado por Roberts (1966 b) num experimento onde utilizou duas linhas de camundongos. Uma linha de alto peso corporal, previamente selecionada e em estado de "plateau", deu um valor zero para a herdabilidade estimada do peso aos 42 dias de idade e fracassou em responder à seleção dirigida para a obtenção do menor peso. Como era de esperar, o peso corporal médio de uma sub-população tomada da mesma população não variou após várias gerações sem seleção. Por outro lado, uma linha de corpo pequeno, em estado de "plateau", onde a variação genética aditiva não estava aparentemente esgotada e onde a seleção inversa provocou uma resposta considerável, o relaxamento da seleção somente provocou um ligeiro incremento na média do peso corporal. Roberts (1966 a) postulou que a oposição da seleção natural provocou o "plateau" na linha, pelo que este efeito somente ocorreu por baixo de certo peso crítico. Posteriormente ao relaxamento da seleção artificial, a seleção natural aumentou o peso corporal e então cessou de operar.

Talvez a maior relevância sobre este tópico, se bem que não analisado pormenorizadamente, seja constituída pelos experimentos onde a seleção foi suspensa após intensa seleção para a produção de ovos. Têm sido descritas ao menos seis de tais linhas em quatro trabalhos publicados. Todos estes experimentos têm sido

realizados em escala relativamente pequena, durando só umas poucas gerações, comparando-se a performance de uma amostra com grupos de aves obtidas anualmente de criadores comerciais. Não era de se esperar que tais experimentos oferecessem uma estimativa clara e precisa dos efeitos do relaxamento da seleção, mas que os mesmos, provavelmente, detectassem fortes retornos em direção às médias originais, no caso que estas tivessem que ocorrer.

Trabalhando com uma linha Leghorn Branco, previamente selecionada para maior viabilidade das aves adultas, Moultrie et al. (1956) informaram sobre três gerações de relaxamento da seleção, notando certo incremento da mortalidade. Shofner & Grant (1960) foram incapazes de detectar uma regressão significativa para qualquer característica, logo de três gerações de suspensão da seleção em outra linhagem Leghorn Branco. Mais recentemente, Bohren & McKean (1964) analisaram cinco gerações de relaxamento na pressão de seleção artificial em outra linhagem Leghorn e, novamente, não encontraram evidência de declinação pela mencionada causa. Finalmente, Nordskog & Giesbrecht (1964) trabalharam com três linhagens comerciais Leghorn Branco e uma Rhode Island Red e notaram declinação em todas com respeito à produção de ovos, que variou entre um e três por cento por geração, após considerar a depressão originada pela consanguinidade.

Existe informação complementar que oferece alguma luz sobre a interrogação sobre se a suspensão da seleção, previamente aplicada, conduz para uma declinação genética. Dickerson (1963) comprovou, numa população de cruzamento triplo, que a produção total de ovos foi em torno de 3% menor quando a seleção foi suspensa. Este investigador constatou, também, utilizando o método de controle baseado em apareamentos repetidos, que a progênie de pais selecionados produzia mais ovos que a progênie de pais não selecionados. Esta vantagem só foi transitória, sugerindo que a seleção favorecia as combinações epistáticas de genes que seriam perdidos por recombinação em sucessivas gerações.

Toda esta evidência sugere que, onde linhagens previamente selecionadas são utilizadas como populações controle sem selecionar, sua performance deverá ser cuidadosamente observada nas primeiras gerações.

Gowe et al. (1959) apresentaram um estudo teórico do desenho a seguir na manutenção de tais linhagens com relaxamento da seleção, para serem utilizadas como controles genéticos, baseados sobre as suas experiências. Estes autores demonstraram que, desde o ponto de vista da manutenção das mudanças genéticas num nível mínimo, muito melhor uso das facilidades obtém-se quando a variação devida ao acaso e às diferenças na fertilidade são eliminadas, assegurando que cada fêmea deixe somente uma filha e cada macho deixe somente um filho. Gowe et al. (1959) denominaram este procedimento como "método de controle com pedigree", onde cada antepassado é registrado e as fêmeas são acasaladas com determinados machos,

em comparação com o controle reproduzido totalmente ao acaso. Na estrutura reprodutiva mencionada para o controle com pedigree, o número efetivo (N_e) numa população é calculado assim:

$1/N_e = 3/16M + 1/16F$ onde (M) machos e (F) fêmeas são usadas como progenitores em cada geração. Quanto maior o valor do N_e , menor será a esperada variação genética devida às mudanças na frequência de genes, proveniente da amostragem nas pequenas populações ou "random drift", e assim será maior o grau de confiança sobre a origem da variação da média do controle, que não será devida simplesmente a erros de amostragem.

Gowe et al., anteriormente citados, recomendaram, como norma geral, que o número efetivo de progenitores empregados para reproduzir o grupo controle não deveria ser menor de 300, especialmente quando se trata de estudos efetuados durante períodos prolongados. Este N_e mínimo poderia ser obtido utilizando em torno de 60 machos e 180 fêmeas e adotando o método de controle com pedigree. Após 20 gerações, a consangüinidade alcançada nessa população controle aumentaria aproximadamente 3,3% e (assumindo uma variação aditiva genética de 400 para número de ovos por ave alojada) a média esperada não variaria mais de ± 10 ovos.

O (N_e) de progenitores não é o único aspecto importante no uso de uma população com controle. Nesse sentido, James (1962) pontualizou que o tamanho censório da amostra é também importante, particularmente onde as amostras são tomadas do controle para serem utilizadas em um ou mais experimentos. As mesmas devem ser adequadamente tomadas e serão, ademais, de suficiente tamanho, como para reduzir o normal erro da amostragem para limites razoáveis.

Um óbvia desvantagem da linhagem controle independente é a que, mesmo sendo similar geneticamente a linha selecionada ao início do experimento, a seleção posterior criará certa divergência. Quando isto sucede, é possível a aparição de uma interação entre genótipo e meio ambiente. Em consequência, as mudanças ambientais detectadas pelo controle não serão apropriadas para ajustar a performance da linhagem selecionada. Este problema pode ser superado mediante o uso de vários grupos de controle sucessivos, ou seja, iniciados em períodos diferentes do processo experimental.

2. POPULAÇÕES CONTROLE DE AVES

2.1. Resultados de controles em outros experimentos

Vários grupos têm sido formados nos últimos 10-15 anos e foram publicados alguns informes sobre os câmbios fenotípicos dos mesmos. A criação de controle Leghorn Branco de Cornell foi descrito por King et al. (1959). Sua performance

posterior foi analisada sucessivamente por King (1961), King et al. (1963), Vleck & Doolittle (1964) e Kinney & Lowe (1968). Gowe et al (1959) descreveram os primeiros anos de Controle Leghorn Branco de Ottawa, enquanto que Merrit & Gowe (1962) informaram sobre o controle com aves tipo carne, formado em Ottawa. Morris (1962 e 1963) tem publicado resultados referentes ao controle Leghorn Branco mantido na Austrália. Em geral, não é possível utilizar essas medidas de tendências no tempo baseadas sobre só uma população controle, para efeito de calcular a existência de alguma tendência genética de retorno à média original após o relaxamento da seleção, em vista de que tais mudanças genéticas confundiram-se como as meio-ambientais.

Weinland et al. (1964) intentaram seguir as mudanças genéticas através das medidas das frequências de sete genes com expressões morfológicas simples (tipo de crista, cor da plumagem, etc.), dentro de sete gerações de uma população controle cruzada, mantida em Indiana. Comprovou-se, neste caso, para todas as características estudadas, uma considerável variação na frequência de genes de uma geração para outra, dificultando a identificação de tendências significativas. Tendências sem significação foram encontradas. Segundo a conclusão dos autores, isto não necessariamente significa que não poderão existir outras tendências para características, tais como número de ovos. Ademais, essa população cruzada como controle pode-se supor que não esteja na mesma situação genética, como a que corresponderia a uma raça pura previamente selecionada, no momento da suspensão da seleção.

2.2. Linhagens Thornbers de controle

Uma firma comercial do Norte da Inglaterra (Thornbers) estabeleceu, no final da década de 50, um grupo de seis linhagens de aves como controle com pedigree, de acordo com o método sugerido por Gowe et al. (1959). Várias destas linhagens foram cruzadas anualmente para proporcionar controles, com o objetivo de avaliar as linhas comerciais da Companhia. Uma amostra de um cruzamento particular foi analisada anualmente como controle no experimento de seleção conduzido na Estação Experimental "COCKLE PARK", da Universidade de Newcastle upon-Tyue.

As duas linhas puras utilizadas nesta cruzada foram designadas D e M, sendo o objetivo manter cada uma delas acasalando 50 machos com 150 fêmeas, ou seja, uma população com um número efetivo (N_e) de 240. A estrutura obtida foi reportada por Bowman & Powell (1968) e apresenta-se no quadro 1, para os anos 1961-1966, junto com seus valores de N_e . Os acasalamentos destinados a produzir a cruzada M x D foram, normalmente, efetuados para produzir a amostra utilizada em Cockle Park.

TABELA 1 – Número de progenitores das linhas D e M

Ano de nascimento	Linha D			Linha M		
	País	Mães	Ne	País	Mães	Ne
1961	47	138	225	50	146	239
1962	46	136	218	50	148	240
1963	47	141	225	50	150	240
1964	50	150	240	50	150	240
1965	50	150	240	50	146	239
1966	50	149	140	50	150	240
Média	48,3	127,3	228	50	148,3	240

Cada ano as frangas cruzadas (M x D) provinham de ovos incubados pela THORNBERS em só uma incubação, que foram remetidos por trem ou por caminhão para a granja experimental. Na mesma, foram individualizadas e criadas conjuntamente com o nascimento simultâneo da linha selecionada (200 – 400 frangas).

Todas as frangas (controle e selecionadas) receberam tratamento exatamente igual até a idade de ingresso nas gaiolas, com 20 semanas até o ano de 1965 e 19 semanas posteriormente.

2.2.1. Performance do Controle (M x D) de Cockle Park

O número de frangas cruzadas (M x D) colocadas cada ano nas gaiolas, estabelece-se no quadro 2.

TABELA 2 – Frangas colocadas nas gaiolas, registros analisados e mortalidade observada.

Ano de nascimento	Frangas nas gaiolas	Mortalidade	Fora de postura	Frangas de classe (AB)*	Sobreviventes	Frangas de classe (CR)**	Mortalidade % nas gaiolas até 68 sem. idade
1961	99	1	0	98	85	87	14,1
1962	106	0	0	106	97	101	8,5
1963	102	2	0	100	91	91	10,8
1964	112	0	0	112	108	103	3,6
1965	120	0	0	120	113	109	5,8
1966	101	2	0	99	97	76	4,0
1967	104	1	2	101	91	80	12,5
Média	106,3	—	—	105,1	97,4	92,4	8,5

* Frangas colocadas nas gaiolas, com exceção das que não entraram em postura (AB).

** Poedeiras com registros completos para todas as características (CR).

As médias das características relacionadas com a produção de ovos, peso corporal ao ingresso às gaiolas e maturação sexual são apresentadas em duas formas.

No quadro 3, é resumido o número de aves incluídas nestas diferentes categorias.

TABELA 3 – Médias anuais (CR e AB) para a produção de ovos e idade ao primeiro ovo do grupo de frangas controle.

Ano de nascimento	Categoria de Aves	Número de ovos			% postura até 40 semanas	Idade ao primeiro ovo (dias)
		Até 40 semanas	40 - 68 semanas	Até 68 semanas		
1961	CR	99	148	246	84,0	163
	AB	90	131	222	78,6	165
1962	CR	94	154	248	82,6	166
	AB	93	149	242	82,2	166
1963	CR	85	151	236	81,3	175
	AB	81	138	219	77,8	176
1964	CR	94	143	236	81,7	165
	AB	92	134	226	80,7	166
1965	CR	68	148	216	74,3	189
	AB	66	139	205	72,2	189
1966	CR	77	146	223	71,4	172
	AB	75	144	219	71,3	175
1967	CR	79	141	220	77,3	179
	AB	75	123	198	77,1	182
(b)	CR	-4,00*	-1,36	-5,36**	-1,74*	2,65
	AB	-3,48	-1,18	-4,65	-1,12	2,94
Regressões						
Lineares (sb)	CR	1,46	0,68	1,13	0,58	1,49
	AB	1,50	1,68	2,07	0,67	1,34

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

2.2.2. Registro parcial – (Ovos produzidos desde a maturação sexual até 40 semanas de idade).

Esta característica foi considerada o objetivo da seleção, ainda que o registro parcial realmente utilizado durante o processo de melhoramento genético foi o número de ovos produzidos até o dia 31 de dezembro. Os nascimentos das aves foi durante o mês de março de cada ano, correspondente a setembro no hemisfério sul.

Considerou-se mais conveniente ter todos os nascimentos comparados sobre a base de idade idêntica, demonstrando-se posteriormente, que a correlação genética entre o número de ovos até 40 semanas de idade e o número de ovos até 31 de dezembro, corrigido pelo efeito devido às diferentes datas de incubação, não foi significativa.

As médias anuais das amostras (AB) e (CR) são oferecidas no quadro 3. Foi comprovada uma forte tendência, na característica número de ovos, a decrescer cada ano. As regressões lineares de número de ovos sobre anos foram $-4,00$ ovos ($P < 0,05$) e $-3,48$, para as aves com registros completos e para a totalidade das mesmas, respectivamente.

As estimações da variância fenotípica dentro de ano, para o grupo de aves com registro completo, são apresentadas no quadro 4.

2.2.3. Registro residual (Número de ovos entre as 40 a 68 semanas de idade).

No quadro 3, são apresentados os dados para todos os anos considerados. Os mesmos mostram uma ligeira tendência a declinar, sem significação estatística.

2.2.4. Registro total (Total de ovos produzidos por ave, desde a maturação sexual até as 68 semanas de idade).

Esta característica é constituída pela soma das outras duas tratadas anteriormente. As médias são apresentadas no quadro 3: A declinação total desta característica foi calculada em $-5,35$ ($P < 0,01$) e $-4,65$ ovos por ano, para os grupos (CR) e (AB), respectivamente. Isto representou um decréscimo de aproximadamente dois por cento ao ano, significando que a melhor estimativa da declinação total esteve situada entre 28 e 32 ovos, no período de sete anos.

2.2.5. Intensidade de postura no registro parcial

A declinação neste registro pode ser o resultado de duas causas diferentes, ocorrendo separadas ou juntas: seja que as frangas tenham maturado tardiamente ou que possam haver posto com menor frequência no período mencionado.

A porcentagem de postura foi calculada para cada franga na seguinte forma:

$$\% \text{ Postura} = \frac{\text{Nº de ovos do registro parcial}}{280 - \text{Maturação sexual (dias)}} \times 100$$

A porcentagem média de postura é apresentada no quadro 3, sendo possível observar que decresceu de forma significativa no grupo com (CR), a um ritmo de $-1,74\%$ cada ano ($P < 0,05$), ou seja, $10,4\%$ em seis anos.

Para efeito de investigar com mais detalhes esta declinação na intensidade de postura, analisaram-se os registros de produção diária durante os seis anos (1961-66). As frangas fora de postura foram classificadas segundo o número de dias sem registrar ovos. A duração destas pausas foram:

TABELA 4 – Estimções da variância fenotípica dentro de anos, para amostra controle (CR)

CARACTERÍSTICAS	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Ovos até 40 semanas	198	182	357	131	134	305	327
Ovos 40 - 48 semanas	707	320	272	264	548	385	741
Ovos até 68 semanas	1245	372	699	650	572	1037	1187
Idade ao 1º ovo (dias)	75,2	141,6	498,0	131,3	184,2	277,0	417,2
Peso corporal as 32 semanas (kg)	0,2622	0,2349	0,2131	0,1788	0,2897	0,2110	0,2454
Peso corporal as 55 semanas (kg)	0,3433	0,3973	0,2425	0,2863	0,2016	0,2805	0,4062
Peso do ovo as 32 semanas (g)	13,01	12,85	12,07	13,43	12,38	10,86	15,27
Peso do ovo as 55 semanas (g)	17,60	21,79	15,33	14,03	16,75	18,39	34,09

- 1 dia
 2 dias
 3 dias
 4 - 5 dias (Taylor e Lerner, 1958, "Pausa")
 + 15 dias.

Os cálculos foram realizados contando o total de unidades galinha-dia em que não houve postura, devido a pausas de distintas durações. No quadro 5, são apresentados todos os totais anuais de períodos galinha-dia sem postura, correspondentes às pausas, e os percentuais desses períodos sobre o total de unidades galinha-dia. Para todas as pausas de diferentes durações, as tendências foram de aumentar durante os seis anos, sendo significativas para as pausas de dois e três dias de duração ($P < 0,05$).

No caso de utilizar-se os coeficientes de regressão das intensidades de postura anuais, somando-se para calcular o total do período, foi obtida uma diminuição total de 12,9%, devida a pausas na postura. Com uma média de 93,4 unidades galinha-dia correspondentes ao registro parcial, aquela percentagem representa uma perda de 12 ovos, causada pela redução na intensidade de postura. Este resultado é concordante com o cálculo previamente oferecido de 10,4% de perda na intensidade de postura nos seis anos.

TABELA 5 - Dias sem postura ou pausas, expressas em períodos de dias e percentagens.

Ano de produção	Períodos e percentagens	Dias sem postura				
		1	2	3	4-15	+15(1)
1961/62	Nº de períodos	1604	74	20	17	1
	percentagens	14,53	1,34	0,54	0,91	0,16
1962/63	Nº de períodos	1362	77	14	10	9
	percentagens	14,65	1,66	0,45	0,80	9,93
1963/64	Nº de períodos	1692	86	23	43	3
	Percentagens	13,57	1,38	0,54	16,45	0,82
1964/65	Nº de períodos	1879	159	22	20	9
	percentagens	14,04	2,38	0,48	0,99	1,82
1965/66	Nº de períodos	1836	288	55	28	4
	Percentagens	17,03	5,34	1,53	1,75	0,80
1966/67	Nº de períodos	1450	266	63	90	11
	percentagens	13,42	4,92	1,74	4,95	1,93

(1) Oscilação desde 16 a 63 dias.

2.2.6. Idade de maturação sexual

A idade média no momento da postura do primeiro ovo, para o grupo de aves controle, no experimento, incrementou em forma irregular durante os sete anos como é observado no quadro 3.

A tendência média foi de 2,65 dias para as aves (CR) e 2,94 dias para as aves (AB), durante o período anual, não apresentando significação estatística. O incremento particularmente grande observado no ano de 1965 esteve provavelmente associado com a aparição de certa doença no pinteiro, talvez a infecção de coccidiosis.

Sem dúvida, a característica postura até as 40 semanas de idade (registro parcial) decresceu, devido, fundamentalmente, a duas causas: demora no início da postura e menor intensidade da mesma.

2.2.7. Mortalidade durante o período de postura

Esta característica melhorou continuamente (quadro 2) de 1961 até 1966, incrementando fortemente a mortalidade do ano 1967, como consequência da aparição de um severo surto de bronquite infecciosa. A regressão da percentagem de mortalidade sobre anos foi $-0,676 \pm 0,810$, sem significado estatístico.

2.2.8. Evolução do peso corporal

Os pesos corporais foram registrados em quatro oportunidades, anualmente: ao colocar as frangas nas gaiolas, na postura do primeiro ovo, às 32 e às 35 semanas de idade.

Durante os anos 1961-1964, as frangas passaram da recria sobre cama profunda para as gaiolas individuais de postura com 20 semanas de idade. Devido a que as populações de aves selecionadas mostraram maior precocidade na maturação sexual e a efeitos de não perder o registro de ovos, decidiu-se a colocação das frangas nas gaiolas às 19 semanas de idade, desde o ano 1965.

No quadro 6, são apresentadas as médias dos pesos corporais ao colocar as frangas nas gaiolas. Nesta característica pode ser observada uma pequena declinação durante as sete gerações estudadas. Também existiram pequenas diferenças nas médias correspondentes aos grupos (CR) e (AB).

Os pesos correspondentes às idades de 32 e 35 semanas, no quadro citado, mostraram igualmente uma declinação gradual, sendo esta tendência mais pronunciada nas 35 semanas de idade, onde foi comprovada significação estatística ($P < 0,05$).

O peso médio corporal na idade da maturação sexual, permaneceu virtualmente constante.

TABELA 6 – Peso corporal das poedeira em quatro idades (kg)

Ano de Nascimento	Categoria de aves	Peso corporal nas diferentes datas			
		Ingresso nas gaiolas	Postura 1º ovo	32 semanas	65 semanas
1961	CR	1.562	1.811	1.898	2.007
	AB	1.539	—	—	—
1962	CR	1.489	1.875	1.907	2.052
	AB	1.489	—	—	—
1963	CR	1.466	1.852	1.880	1.998
	AB	1.462	—	—	—
1964	CR	1.462	1.830	1.843	1.998
	AB	1.457	—	—	—
1965	CR	1.389	1.989	1.861	1.934
	AB	1.398	—	—	—
1966	CR	1.421	1.839	1.825	1.952
	AB	1.412	—	—	—
1967	CR	1.416	1.834	1.870	1.943
	AB	1.371	—	—	—

2.2.9 Tamanho dos ovos às 32 e 35 semanas

O tamanho do ovo foi calculado com o peso médio de, pelo menos, três ovos consecutivos e foi registrado às 32 e 35 semanas de idade.

Os resultados obtidos para a característica tamanho do ovo mostram níveis estáveis, com pequenas declinações nas duas idades referidas.

2.2.10. Evolução da forma do ovo

A relação entre a largura e o comprimento foi calculada durante o processo de seleção. Esta característica permaneceu quase constante durante o período em estudo, variando aproximadamente $\pm 0,5\%$ da média da população.

2.2.11. Evolução da cor do ovo

Ainda que esta característica não tenha sido registrada em dois dos sete anos em estudo, os dados registrados nos demais anos sugerem uma forte declinação média, na direção de uma maior reflexão da luz sobre a superfície da casca.

A intensidade da cor do ovo diminuiu durante o experimento, ainda que não apresentou significação estatística a evolução do índice correspondente.

2.2.12. Discussão e conclusões sobre o controle de aves de Cockle Park

O comportamento da população de aves utilizadas como controle tem considerável importância para a interpretação das tendências observadas na população selecionada. É óbvia a necessidade de alcançar alguma conclusão sobre se as mudanças ocorridas na população controle haverão de ser observadas como genéticas ou meio-ambientais em origem.

A mudança maior observada na performance das aves controle foi a característica número de ovos no registro parcial, que, conseqüentemente, decresceu o registro total de postura. As causas imediatas foram o incremento da idade de maturação sexual e a diminuição da intensidade de postura no registro parcial. Decréscimos associados ocorreram no peso corporal no momento do ingresso nas gaiolas e às 32 e 35 semanas de idade.

Analisando o comportamento das aves do grupo controle, nas cinco unidades com as gaiolas de postura, no mesmo prédio geral, a conclusão que pôde ser tirada foi de que não houve diferenças importantes entre os diferentes ambientes em que foram mantidas as poedeiras.

Até onde foi possível julgar, com base em outros resultados publicados, as linhas controle reproduzidas ao acaso e seus cruzamentos, mantidos em diversas Estações Experimentais, parecem haver cumprido muito bem com o cometido de medir as variações ambientais.

Se as tendências na performance do controle genético mantido neste experimento fossem atribuídas inteiramente a uma origem genética, então uma considerável força seletiva deve ser admitida, quer seja natural ou artificial. Não parece possível estabelecer uma distinção entre as seguintes duas outras possibilidades:

- 1) que as tendências fenotípicas provenham do deterioramento do meio-ambiente e também de alguma modificação genética.
- 2) que as modificações observadas sejam na sua totalidade, de origem meio-ambiental.

Em conseqüência, a interpretação sustentada neste caso, sobre as tendências mencionadas, foi a mais simples, ou seja, que as modificações foram causadas por deterioramento meio-ambiental.

Na ausência de evidência em contrário, foi assumido que a tendência meio-ambiental atuou igualmente sobre as linhas selecionadas e provocou o desvio de sua performance fenotípica, a partir da tendência genética produzida pela pressão de seleção.

Desafortunadamente, não foi possível provar nenhuma evidência sobre a

causa do deterioramento do meio-ambiente que foi postulado.

O óbvio efeito seria um incremento no número de microorganismos patógenos, a partir da geração produzida em 1960, que ocupou gaiolas novas instaladas em prédios não ocupados antes com aves. A partir desse ano, o prédio para poedeiras foi continuamente utilizado, ainda que não tenha sido possível demonstrar que microorganismos patógenos específicos apresentaram um incremento importante.

2.3 Evidência proveniente de outros controles

Uma crescente quantidade de informações está disponível no referente à performance de várias populações controle para a produção de ovos e de carne. Alguns trabalhos referem-se a uma verdadeira população reproduzida como controle, enquanto que outros trazem dados sobre amostras de raças puras ou cruzadas obtidas anualmente, e testadas em um ou mais ambientes.

Em geral, onde a performance média de uma população de aves destinadas ao controle não evidencia uma regressão significativa no tempo, é muito provável que não haja ocorrido uma importante mudança genética. Tal resultado poderia aparecer como consequência de que tendências genéticas e ambientais estiveram atuando em direções opostas e se neutralizaram entre si, ainda que esta possibilidade pareça pouco provável. Também poderia ocorrer quando o tamanho da amostra e o número de anos de observação forem insuficientes para mostrar uma tendência como significativa.

Esta possibilidade significa que o pesquisador deverá estar seguro de que dispõe de uma adequada informação, a menos que adquira um falso sentido da segurança científica. Se a performance de uma população mantida como controle mostra uma tendência significativa, a mesma pode ser genética ou ambiental ou uma combinação das duas. Em tais casos, provavelmente a única evidência convincente seria proporcionada por um segundo controle, preferivelmente de tipo diferente, ou mediante mais informações do mesmo controle medido em vários ambientes diferentes.

2.3.1. Exemplos de populações controle que têm permanecido constantes

Durante sete gerações, Weinland et al. (1964) não acumularam evidência suficiente para recusar a hipótese de que a frequência de genes correspondentes a sete características monofatoriais havia permanecido estável no controle regional dominante de Indiana.

Da mesma forma, num grupo controle do tipo carne, estudado durante um período de cinco gerações, Merrit (1968) não encontrou tendências significativas para nenhuma característica, incluindo peso corporal, medidas anatômicas e outras relacionadas com a eficiência produtiva. Dev et al. (1969) informaram que não cons-

tataram tendências, num total de oito gerações, com respeito ao peso corporal às oito semanas, numa população controle originada a partir de um cruzamento entre duas linhagens selecionadas para a produção de frangos para carne.

De acordo com Clayton (1968), o controle Leghorn Branco de Ottawa, descrito por Gowe et al. (1959), tampouco mostrou sinais de regressão nas características estudadas.

23.2. Exemplos de populações controle que têm mostrado tendências fenotípicas

Uma população controle pouco eficiente foi mantida no experimento reportado por Morris (1963). O número efetivo dos progenitores foi pequeno, desde 1948 a 1955. Subseqüentemente, 12 machos e 60 fêmeas foram incrementados em 1959. Como consequência, o nível de consanguinidade alcançou 16% em 1958. Nem a percentagem média de postura ou a idade na maturação sexual mostraram alguma tendência clara no período 1948-1959, sendo que o peso do ovo baixou aproximadamente 5 g, passando de 64 g para 59 g. O autor chegou à conclusão de que grande parte desta diminuição foi quase certamente genética, provavelmente devida a mudanças irregulares na frequência de genes.

Outras duas populações têm sido mantidas em Indiana: o Controle Regional de Cornell e o Controle Regional Vermelho. Kinney et al. (1968) têm informado sobre os dados de oito anos (1957-1964) do primeiro mencionado, com mais de 4.000 progênies registradas por ano. Estas foram obtidas dos mesmos progenitores e utilizados para substituir a linhagem controle. Os autores comprovaram tendências significativas decrescentes para peso corporal às 8 e 32 semanas de idade, peso do ovo às 32 e 55 semanas e maturação sexual e intensidade de postura às 40 semanas de idade.

No trabalho relacionado com o Controle Regional Vermelho, Kinney & Lowe (1968) informaram sobre os resultados de nove gerações. Os dados referem-se às 250 fêmeas por ano que formaram o núcleo de produção. Novamente, estes autores encontraram significativas tendências decrescentes no peso do ovo às 32 e 55 semanas de idade, e 55 semanas de idade, na idade da maturação sexual e na percentagem de produção de ovos às 40 semanas de idade. Foi comprovado, ademais, um significativo incremento no peso corporal às 55 semanas.

Os autores comprovaram que, para 22 das características registradas, a direção das tendências foi a mesma que a observada no controle Regional de Cornell, e chegaram à conclusão de que, provavelmente existiu uma tendência meio ambiental afetando ambas as populações de aves.

Outros pesquisadores têm utilizado amostras obtidas anualmente destes controles e medindo seu meio-ambiente, com resultados variados. Assim, Nordskog et al. (1967) informaram sobre o uso de amostras tomadas do Controle Cornell, desde 1958 até 1974, em Iowa; e, aparentemente, não encontraram tendências na produ-

dução de ovos e peso corporal aos nove meses, observando certa diminuição no peso do ovo, aos nove meses de idade. Por outro lado, Clayton (1968) analisou a performance média de amostras provenientes destes controles, que participaram nas provas de amostras aleatórias nos EEUU.

A partir de 1960 até 1965, parece haver existido um declínio continuado na produção de ovos por galinha colocada em gaiola, nos lotes do controle, ainda que o peso do ovo permanecesse constante. O declínio da produção de ovos foi motivado por:

- a) incremento da idade da maturação sexual e
- b) decréscimo na postura, correspondente às aves sobreviventes.

Saadeh et al. (1968) informaram sobre o comportamento de amostras provenientes de ambos os controles, assim como de cruzamentos recíprocos durante seis anos, até 1967, não constatando evidências de mudanças significativas durante o período estudado.

Parece existir pouca evidência quanto à mudança genética nestas populações utilizadas como controle genético, exceto onde a consangüinidade foi acumulada rapidamente, como consequência do procedimento utilizado na reprodução do mesmo.

3. POPULAÇÕES CONTROLE DE SUÍNOS

Uma excelente revisão sobre a utilização de populações de animais destinados a servir de controles genéticos tem sido reportada por Hill (1972), que comparou o valor das mesmas com outros métodos, como forma de medir as mudanças genéticas das espécies domésticas submetidas a processo de seleção,

Os rebanhos utilizados como controles genéticos na espécie suína têm sido relativamente poucos, iniciando-se na década dos anos 60, nos U.S.A. e no U. K., de acordo com publicações conhecidas.

3.1 Populações suínas utilizadas como controle nos U.S.A.

No ano 1961, um rebanho controle foi formado por meio de cruzamentos de várias raças, no Estado de Oklahoma, E.U., (Edwards et al., 1971), utilizando um total de 25 casais, com um número efetivo de progenitores (N_e) de 100. Manteve-se o mesmo tamanho familiar e intentou-se minimizar a seleção diferencial nas características de ganho diário e espessura de toucinho.

Num experimento de seleção para a obtenção de maior e menor espessura de toucinho, iniciado em 1954, com as raças Duroc e Yorkshire (Hetzer & Harvey, 1967), foi estabelecido um controle para cada raça. Cada controle foi formado com 12 casais ($N_e = 48$), famílias de tamanho similar e gerações anuais. As regressões da mencionada característica, durante dez anos para a raça Duroc e oito para

Yorkshire, foram $0,08 \pm 0,05$ e $-0,18 \pm 0,05$ mm/ano, respectivamente, não representando evidência de mudança genética nos mencionados períodos.

Outra população destinada ao controle genético foi estabelecida no Canadá (Manitoba), durante 1963, utilizando-se 60 animais (20 machos e 40 fêmeas) com um tamanho médio efetivo ($N_e = 87,5$) e um controle do tamanho das famílias. Neste caso, também não foram comprovadas tendências significativas nas características da carcaça, incremento de peso vivo e tamanho da leitegada (Rahnefeld, 1971).

3.2. Populações suínas utilizadas como controle no U. K.

A partir da década dos anos 60, têm sido utilizados três rebanhos controle para medir o progresso genético nos programas nacionais de melhoramento, especialmente pela "Meat and Livestock Commission" (MLC), Cook et al., 1971.

Em cada rebanho, foram utilizados 16 machos e 32 fêmeas, mantendo-se o princípio da similaridade do tamanho das famílias. Nestes casos, o número efetivo, teoricamente calculado, segundo fórmula antes mencionada para rebanhos com registros de pedigree, foi de 73 para cada controle.

Os três rebanhos referidos consistem: dois de Large White, sendo o primeiro da Universidade do norte de Gales, Bangor (iniciado em 1967 e dispersado em 1977) e o segundo da Universidade de Newcastle (estabelecido em 1969) e o outro formado com a raça Landrace norueguês do Colégio de Wye (começado em 1971).

Até 1974, um total de 690 pares de irmãos foram testados, correspondendo a 292 pares Large White (Bangor) 249 pares L. W. Newcastle e 149 pares Landrace (Wye).

A estimação do progresso genético anual alcançado pelos esquemas de melhoramento dos suínos utilizado pela MLC baseia-se na regressão (b) das diferenças entre comparações contemporâneas dos rebanhos controles e as populações selecionadas. As mudanças genéticas detectadas por este procedimento, entre os anos 1969 e 1974, foram as estabelecidas no quadro 7.

TABELA – Resultados das comparações contemporâneas das performances dos rebanhos controle e das populações selecionadas, no período 1969 e 1974 (1).

CONTROLE	BANGOR		NEWCASTLE		WYE	
	Progresso anual (b)	Desvio Padrão de (b)	Progresso anual (b)	Desvio Padrão de (b)	Progresso anual (b)	Desvio Padrão de (b)
Ganho diário (g)	+5,90	2,72*	-4,54	2,72	+12,71	4,99 **
Conversão alimentar	+0,03	0,01**	+0,012	0,009	+0,048	0,018**
Espessura de toucinho (mm)	+0,21	0,18	+0,65	0,18***	+0,43	0,25
% Carne do pernil	+0,21	0,37	+0,61	0,29*	+0,75	0,46
Rendimento de carcaça	+0,30	0,08***	-0,03	0,06	-0,10	0,15
Área de lombo (cm ²)	+0,54	0,11***	+0,28	0,10**	+0,21	0,19

(1) Dados da MLC, comunicação pessoal

+ = mudança desejável

* ($P < 0,05$)

** ($P < 0,01$)

*** ($P < 0,001$)

Estas comparações contemporâneas são efetivadas entre a performance atual dos pares de irmãos dos controles e a média móvel apropriada das populações melhoradas. Em geral esta média móvel baseia-se na performance de pares correspondentes aos rebanhos de Elite ou Núcleos, testados nas estações centrais de testes de performance. As diferenças comparativas calculadas objetivam eliminar os principais efeitos ambientais, sendo que qualquer tendência detectada idealmente representaria a modificação genética dos rebanhos integrados no esquema de melhoramento.

No seguinte quadro 8, são oferecidos os desvios médios anuais dos suínos dos Núcleos ou Elites, comparando as médias dos rebanhos controle. A fonte dos dados foi a mesma que a correspondente ao quadro anterior.

TABELA 8 – Desvios correspondentes ao período agosto de 1973 e junho de 1976 (1)

Características	Newcastle (controle Large White)	Wye (controle Landrace)
Espessura do toucinho (mm)		
Ponto C	1,56***	0,50
Ponto K	2,09***	1,40**
Conversão alimentar	0,84***	0,029
Ganho diário médio (g)	15,027*	5,448
% Carne do pernil	1,736**	0,062
% Rendimento de carcaça	0,221	0,183
Área do lombo (cm ²)	0,784	0,252

(1) Em todos os casos a performance dos Núcleos foi melhor que a dos controles.

* ($P < 0,05$)

** ($P < 0,01$)

*** ($P < 0,001$)

Para obter o valor econômico do progresso genético detectado por meio dos rebanhos controle, deverá calcular-se o peso econômico unitário para a característica que será o fator para cada diferença, a soma de cujos produtos será o maior valor por animal.

4. Conclusões sobre controle de suínos

Em geral, as populações utilizadas como controle têm proporcionado uma medida satisfatória da variação ambiental através do tempo, sendo conveniente manter o maior (Ne) possível, para assegurar uma adequada constância genética. Em consequência, é recomendável que seja estabelecido um rebanho controle, no Brasil, como método eficiente para medir as tendências genéticas das populações testadas nas ETRS e nos experimentos de seleção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHREN, B. B. & McKEAN, H. E. Relaxed selection in a closed flock of White Leghorns. Genetics, 49: 179-84, 1964.
- BOWMAN, J. C. & POWELL, J. C. The use and efficiency of genetic control populations. In: BRITISH POULTRY BREEDERS ROUND TABLE, 10., Cambridge, 1968.
- CLAYTON, G. A. Some implications of selection results in poultry. World's Poultry Sci., 24: 37-57, 1968.
- CLAYTON, G. A.; MORRIS, J. A. & ROBERTSON, A. An experimental check on quantitative genetical theory. I. Shorter responses to selection. J. Genet., 53: 131-51, 1957.
- COOK, G. L.; SMITH, D. H. & STEANE, D. R. The progress and penetration of the accreditation scheme in Britain 1966-1970. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ANIMAL PRODUCTION, 10., Paris, 1971. Proceedings, 7 p.
- DEV, D. S.; JAPP, R. G. & HARVEY, W. R. Results of selection for eight week body in three broiler populations of chickens. Poult. Sci., 48: 1336-48, 1969.
- DICKERSON, G. E. Experimental evaluation of selection theory in poultry. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF GENETICS, 11., The Hague, 1963. Proceedings, p. 747-61.
- EDWARDS, R. L.; OMTVEDT, I. T. & WHATLEY, J. A. Genetic analysis of swine control population. I. Population stability. J. Anim. Sci., 32: 179-84, 1971.
- GOODWIN, K.; DICKERSON, G. E. & LAMOREUX, W. F. An experimental design for separating genetic and environmental changes in animal populations under selection. In: KEMPTHORNE, O., ed. Biometrical genetics. New York, Pergamon Press, 1960 p. 117-38.
- GOWE, R. S.; JOHNSON, A. S.; DOWNS, J. H.; GIBSON, R.; MOUNTAIN, W. F.; STRAIN, J. H. & TINNEY, B. F. Environment and poultry breeding problems. 4. The value of a random-bred control strain in a selection study. Poult. Sci., 38: 433-62, 1959 a.
- GOWE, R. S.; ROBERTSON, A. & LATTER, B. D. Environment and poultry breeding problems. 5. The design of poultry control strains. Poult. Sci., 38: 461-71, 1959 b.
- GOWE, R. S. & WAKELY, W. F. Environment and poultry breeding problems. 1. The influence of several environments on the egg production and viability of different genotypes. Poult. Sci., 33: 691-703, 1954.
- HETZER, H. O. & HARVEY, W. R. Selection for high and low fatness in swine. J. Anim. Sci., 26: 1244-51, 1967.
- HILL, W. G. Estimation of genetic change. II. Experimental evaluation of control populations. Anim. Breed. Abst., 40: 193-213, 1972.

- HULL, P. & GOWE, R. S. The importance of interactions detected between genotype and environmental factors for characters of economic significance in poultry. Genetics, 47: 143-59, 1962.
- JAMES, J. W. The spread of genes in a Random Mating Control Population. Genet. Res., 3: 1-10, 1962.
- KING, S. C. Inheritance of economic traits in the Regional Cornell Control Population. Poult. Sci., 40 975-86, 1961.
- KING, S. C.; CARSON, J. R. & DOOLITTLE, D. P. The Connecticut and Cornell randombred populations of chickens. World's Poult. Sci. J., 15: 139-59, 1959.
- KING, S. C.; VLECK, L. D. Van & DOOLITTLE, D. P. Genetic stability of the Cornell Randombred Population of White Leghorns. Genet. Res., 4: 290-304, 1963.
- KINNEY JUNIOR, T. B. & LOWE, P. C. Genetic and phenotypic variation in the Regional Red Control over nine Years. Poult. Sci., 47: 1105-10, 1968.
- KINNEY JUNIOR, T. B.; LOWE, P. C.; BOHREN, B. B. & WILSON, S. P. Genetic and phenotypic variation in Randombred White Leghorn Controls over several generations. Poult. Sci., 47: 113-23, 1968.
- LERNER, I. M. The genetic basis of selection. New York, Wiley & Sons, 1958, 298 p.
- LOWRY, D. C.; LERNER, I. M. & TAYLOR, L. W. Intraflock genetic merit under floor and cage management. Poult. Sci., 35: 1043, 1956.
- MATHER, K. & HARRISON, B. J. The manifold effects of selection. Heredity, 3: 1-52, 131-62, 1949.
- MERRIT, E. S. Genetic parameter estimates for growth and reproductive traits in a Randombred Control strain of meat type fowl. Poult. Sci. 47: 190-99, 1968.
- MERRIT, E. S. & GOWE, R. S. Environment and poultry breeding problems. III. The performance of 8 crossbred and 2 purebred broiler strains at three locations. Can. J. Agric. Sci., 36: 72-80, 1956.
- MERRIT, E. S. & GOWE, R. S. Development and genetic properties of a control strain of meat-type fowl. In: WORLD POULTRY CONGRESS, 12., Sydney, 1962. Proceedings. p. 66-70.
- MORRIS, J. A. The effect of mild inbreeding in two lines of White Leghorn. Aust. J. Agric. Res., 13: 363-75, 1962.
- MORRIS, J. A. Continuous selection for egg production using short-term records. Aust. J. Agric. Res., 14: 909-25, 1963.
- MORRIS, T. R. & FOX, S. Light and sexual maturity in the domestic fowl. Nature, 181: 1453-4, 1958.
- MOULTRIE, F.; COTTIER, G. T. & KING, D. F. The effects of relaxed selections on performance of a strain of disease-resistant White Leghorn. Poult. Sci. 35: 1345-8, 1956.

- NORDSKOG, A. W. & GIESBRECHT, F. C. Regression in egg production in the domestic fowl when selection is relaxed. *Genetics*, 50: 407-16, 1964.
- NORDSKOG, A. W.; FESTING, M. & VERGHESE, M. W. Selection of egg production and correlated responses in the fowl. *Genetics*, 55: 179-91, 1967.
- RAHNEFELD, G. W. Mass selection for post-weaning growth in swine. I. The value of a pedigree control population. *Can. J. Anim. Sci.*, 51: 481-96, 1971.
- ROBERTS, R. C. The limits to artificial selection for body weight in the mouse. I. The limits attained in earlier experiments. *Genet. Res.*, 8: 347-60, 1966 a.
- ROBERTSON, A. Selection in animals. In: GOLD SPRING HARB. SYMPOSIUM OF QUANTITATIVE BIOLOGY, 20, 1955. p. 225-9.
- ROBERTSON, A. The effect of selection against extreme deviants based on deviation or on homozygosis. *J. Genet.*, 54: 236-48, 1956.
- ROBERTSON, F. W. & REEVE, E. Studies in quantitative inheritance. I. The effects of selection of wing and thorax length in *Drosophila melanogaster*. *J. Genet.*, 50: 414-48, 1952.
- SAADEH, H. K.; GRAIG, J. W. SMITH, L. T. & WEARDEN, S. Effectiveness of alternative breeding systems for increasing rate of egg production in chickens. *Poult. Sci.*, 47: 1057-68, 1968.
- SHOFFNER, R. N. & GRANT, R. E. Relaxed selection in a strain of White Leghorns. *Poult. Sci.*, 39: 63-6, 1960.
- TAYLOR, L. W. & LERNER, I. M. *Selección de gallinas para la producción de huevos*. Barcelona, Ed. Gea, 1958, 112 p.
- VLECK, L. D. Van & DOOLITTLE, D. P. Genetic parameters of monthly egg production in the Cornell control. *Poult. Sci.*, 43: 560-7, 1964.
- WEINLAND, D. T.; CARSON, J. R. & KING, S. C. Stability of gene frequencies in a randombred control population of chickens. *Poult. Sci.*, 43: 985-90, 1964.

